

18.10

EINIGE VERSUCHE

ÜBER DIE

AUSNÜTZUNG VERSCHIEDEN SAUREN BRODES

DURCH DEN

MENSCHLICHEN ORGANISMUS.



INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KÖNIGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

VORGELEGT

VON

S. COHEN

AUS

SCHERFEDE (WESTFALEN.)

WÜRZBURG.

ETLINGER'S BUCHDRUCKEREI (F. FROMME).

1892.

Referent :

Herr Prof. Dr. **Kunkel.**

MEINEN TEUREN ELTERN

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.

Um den Nährwert der Nahrungsmittel zu erforschen, hat man früher den Weg der chemischen Analyse eingeschlagen; jedoch reicht letztere allein zur Beurteilung der Verdaulichkeit eines Nährstoffes nicht aus; denn ebenso wichtig wie die chemische Zusammensetzung sind die physikalischen und morphologischen Verhältnisse der Nahrungsmittel. Das gilt u. a. namentlich vom Brod und den verschiedenen Brodsorten; man schrieb denjenigen Mehlen, welche die grösste Menge an Stickstoff oder Aschebestandteilen enthielten, den grössten Nährwert zu. Nun hat man erfahren, wie verfehlt solche Schlüsse sind; es muss vielmehr der Organismus selbst entscheiden, wie sich eine Substanz verhält, da in ihm oft die Bedingungen ganz andere sind, als man voraussetzt. Unsere Kenntnisse aber sind über alle diese Bedingungen, aus denen sich gewissermassen synthetisch die Verdaulichkeit eines Stoffes ableiten liesse, sehr dürftig; nur eine Möglichkeit giebt es, die Ausnutzung eines Nahrungsmittels festzustellen: das Experiment am lebenden Körper.

Nach dieser Richtung hin hat zuerst *G. Meyer*¹⁾ im Voit'schen Laboratorium umfassende Untersuchungen über die Ausnützbarkeit von Brod an einem kräftigen, gut genährten Manne angestellt. Jeder

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 7.

seiner Versuche mit einer Brodsorte währte 4 Tage und zwar wählte er vom Schwarzbrod drei Sorten: Horsford-Liebig'sches Roggenbrod, Münchener Roggenbrod und norddeutschen Pumpernickel. Von jedem Brode wurde (nebst 50 gr Butter und 2 Liter Bier täglich) nur die von der Rinde befreite Krume gegessen. Die Ausnützung der drei Brodsorten war eine verschiedene, wie folgende tabellarische Uebersicht ergibt: Es fanden sich im Kot:

	Trockensubstanz	N.	Asche
Horsford-Liebigsch. Brod	11,5 ⁰ / ₀	32,4 ⁰ / ₀	38,1 ⁰ / ₀
Münch. Roggenbrod	10,1 ⁰ / ₀	22,2 ⁰ / ₀	30,5 ⁰ / ₀
Nord. dSchwarzbrod	19,3 ⁰ / ₀	42,3 ⁰ / ₀	96,6 ⁰ / ₀

Annähernde Uebereinstimmung zeigen die bei der Ernährung mit Horsford-Liebigschem und gewöhnlichem Roggenbrod erhaltenen Zahlen. Sehr auffallend sind jedoch die Resultate bei dem Genusse von Pumpernickel; bei diesem erscheint weitaus am meisten trockener Kot und die grösste Menge Stickstoff, so dass daraus weniger stickstoffhaltige Substanz resorbirt wird als aus den anderen Brodsorten. Die Unterschiede in der Ausnützung sind so beträchtlich, dass, wie *Meyer* zeigt, der ansieh billige Pumpernickel demjenigen, der ihn verzehrte, doch teurer zu stehen kam als das teurere Schwarzbrod, da man für das gleiche Geld mehr ausnützbare Stoffe im Schwarzbrod als bei Pumpernickel erhält.¹⁾ *Meyer* erklärt die verschiedene Ausnützbarkeit daraus, dass das am besten verwertete Brod lockerer ist, dass also die Verdauungssäfte mehr Angriffspunkte finden, während der Pumpernickel durch seine Dichtigkeit und Schwere und auch

¹⁾ cf. auch Zeitschrift f. Biol. Bd. 19. S. 51.

durch die Grobheit des Mehles den Verdauungssäften die grössten Hindernisse bietet; überdies bringt die darin enthaltene Kleie, deren Bestandteile für die Verdauung des Menschen grösstenteils unzugänglich sind, eine raschere Entleerung hervor.

Sodann hat *Rubner*¹⁾ im physiologischen Institut zu München Versuche mit Schwarzbrot aus grobem Roggenmehl mit Sauerteig gebacken, angestellt. Das Brod wurde in einer Bäckerei auf dem Lande gekauft und frei von der Rinde gegeben, um die Zusammensetzung ermitteln zu können. Das Versuchsergebnis war folgendes: von 1529,4 gr aufgenommenem trockenem Brod, mit 26,61 gr Stickstoff und 10,73 gr Asche, wurden ausgeschieden 231,6 gr trockner Kot mit 8,52 gr N und 20,40 gr Asche; der Verlust im Kot betrug demnach:

an Trockensubstanz	15,0 ⁰ / ₀
an Stickstoff	32,0 ⁰ / ₀
an Asche	36,0 ⁰ / ₀

Der frische Kot war von stark saurer Reaction, reichlich mit Gasblasen durchsetzt, nahezu schäumend und bei in kürzeren Zwischenräumen folgenden Entleerungen dünnflüssiger (mit 12,6—16,4⁰/₀ festen Teilen.)

Für die Ausnützung von Weizenbrod ergeben sich, wie *Rubner* später mitteilte,²⁾ weit bessere Resultate. Bei dem Versuch mit der feinsten Mehlsorte berechnet sich für den Kot ein Verlust:

an Trockensubstanz	von 4,03 ⁰ / ₀
an Stickstoff	von 20,68 ⁰ / ₀
an Asche (+ ClNa)	von 19,28 ⁰ / ₀ .

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 15. S. 157.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 19. S. 58 ff.

Weniger günstig gestaltet sich die Verdaulichkeit des aus mittlerer Mehlsorte gebackenen Brodes; die Verluste betragen nämlich in ‰

an Trockensubstanz 6.65,

an Stickstoff 24.56,

an Asche + Cl Na 30.35.

Noch schlechter wird das aus ganzem Korne hergestellte Brod im Darme verwertet. Es beteiligen sich am Verlust:

die Trockensubstanz mit 12,23‰,

der Stickstoff mit 30,47‰,

die Asche (+ Cl Na) mit 44,98‰.

Die Frage nach der verschiedenen Ausnützung des gesäuerten und nicht resp. schwach sauren Brodes ist bislang noch nicht speciell untersucht, höchstens gelegentlich gestreift worden, so interessant und bedeutungsvoll sie auch in hygienischer und volkswirtschaftlicher Beziehung ist. Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann, der sich seit längerer Zeit mit Studien über die Qualität und Quantität der Säuren im Brode beschäftigt, forderte mich daher auf, einige orientirende Versuche an mir in dieser Richtung zu machen und ich folgte diesem Vorschlage gerne, wenn ich mir auch sagen musste, dass ich nicht mehr als einige Beiträge zur Lösung der Frage liefern würde.

Bevor ich jedoch eine Beschreibung der einzelnen Versuche gebe, möchte ich zunächst eine Darstellung über die Art und Weise, wie sie vorgenommen wurden, folgen lassen.

Jeder Versuch umfasst einen Cyclus von 4 Tagen und zwar in der Art, dass am ersten und

vierten Versuchstage nur Milch, Butter, feiner Schweizerkäse und die weisse Krume zweier Semmeln aufgenommen wurden, während an den beiden mittleren Tagen, den eigentlichen Versuchstagen im engeren Sinne, das zur Untersuchung kommende Brod in Verbindung mit entsprechender Quantität Fleisch und Butter zur Aufnahme gelangte. Der Zusatz von Fleisch und Butter zum Brod ändert an der Ausnützung desselben, wie *Meyer* zeigte, nichts; das Brod wird nicht in grösserer Menge resorbiert, das leicht verdauliche Fleisch aber völlig verwertet. Die Wassermenge des Kotes bleibt die gleiche, wie ohne den Fleischzusatz. Jedoch ermöglicht letzterer die Aufnahme grösserer Quantitäten des Brodes. Zudem ist der Fleischzusatz in allen 3 Versuchsreihen ungefähr der gleiche und geschah unter denselben Bedingungen, so dass eine Vergleichung der Versuchsergebnisse der verschiedenen Reihen unter einander möglich ist.

Am Tage vor und nach der Zeit, in welcher das zu untersuchende Brod gegessen wurde, wurden deshalb nur Milch, Käse u. s. w. aufgenommen, um den Kot der eigentlichen Versuchstage (den wir kurzweg »Brodкот« nennen, während wir den Kot des ersten und vierten Tages als »Milchкот« bezeichnen wollen) genau unterscheiden zu können. Der Kot nach ausschliesslicher Aufnahme von Milch und Käse ist nämlich nicht dunkel gefärbt, wie der bei den meisten animalischen Nahrungsmitteln, sondern weiss oder hellgelb und stellt, was besonders günstig ist, feste knollige Massen dar, die sich von dem dunkelbraunen, chokoladefarbenen Brodкот, der weniger fest, mehr

breiig ist, vortrefflich abgrenzen lassen. Nicht unwichtig scheint es mir für die genaue Abgrenzung der Kotsorten zu sein, dass zwischen der letzten Milchaufnahme und dem Beginn der Brodaufnahme und umgekehrt am Schlusse der Versuchsreihe eine längere Pause, bei diesen Versuchen 15—16 Stunden, stattfindet; auch dadurch, dass der Käse gut zerkaut und nur die weisse Krume aus den Semmeln gegessen wurde, dürfte der Milchkot heller gefärbt und so die Abgrenzung deutlicher geworden sein.

Um den Brodkot vom Milchkot recht deutlich abzugrenzen, wurde am Anfang und Ende der Brodaufnahme beim ersten Versuche etwa 1 gr reiner Russ aufgenommen; jedoch dürfte sich diese Methode meines Erachtens nicht sehr bewährt haben, weil der Russ sich zu weit in den Brodkot und am Schluss der Versuchsreihe noch in den Milchkot fortschob und dadurch die genaue Abgrenzung erschwerte. Beim zweiten und dritten Versuche dagegen war dieselbe tadellos; nicht nur makroskopisch, sondern auch durch das Mikroskop wurde die Grenze zwischen dem Brod- und Milchkot genau festgestellt.

Der Kot wurde auf grossen Porzellanplatten gesammelt und so gelagert, wie er sich im Darne befand, wodurch das Frühere von dem Späteren leicht zu scheiden war.

Um die Ausnützung des Brodes genau festzustellen, wurde dasselbe ohne Rinde aufgenommen; auf die einzelnen Brodsorten selbst werde ich bei der Besprechung der Versuche noch zurückkommen.

Das bei den Versuchen verwendete Fleisch (vom Rind) war von der besten Qualität. Es wurde, nachdem es mittelst Messer und Scheere von Sehnen, Fett und Fasern sorgfältig gereinigt worden war, in einer Wurstmaschine fein gemahlen und unter Zugabe von Butter, Pfeffer und Salz als sog. deutsches Beefsteak in der Pfanne zubereitet. Als Getränk diente Brunnenwasser und 500 ccm Bier täglich; die Harnmenge an den Versuchstagen war die normale.

Die Nahrungsmittel sowie der entleerte Kot wurden in allen Fällen durch besondere Analysen auf ihren Gehalt an Trockensubstanz, Stickstoff, Fett und Aschebestandteilen untersucht. Die Bestimmung des Stickstoffes geschah nach der Kjeldahl'schen Methode¹⁾, die des Fettes durch Extraction mit Aether im Szombathi-Soxhlet'schen Apparat²⁾. Das zur Bestimmung des Wasser- und Säuregehaltes verwandte Brod und Fleisch wurde jedesmal sofort bei Beginn des Versuches, nachdem auch die bestimmten Tagesrationen abgewogen waren, angesetzt, um möglichst genaue Resultate der aufgenommenen Mengen zu erzielen. Zur Säurebestimmung des Brodes wurden je 100 gr der Krume in 2 Proben fein zerpfückt, der Einwirkung von 300 ccm heissem Wasser 7—8 Stunden überlassen, zur Titrirung diente Normalkalilauge; der Säuregrad wurde durch Tüpfelproben auf Lackmuspapier und durch Zusatz von Phenolphthalein, bis der Farbumschlag eintrat, bestimmt. Um die Acidität des Kotes festzustellen,

¹⁾ Lehmann: Lehrb. d. Hyg. S. 299.

²⁾ ib. S. 256.

wurden je 2 gr desselben in getrocknetem pulverisirtem Zustande mit 50 ccm heissem Wasser 9 Stunden stehen gelassen; die Titrirung geschah in derselben Weise wie bei der Säurebestimmung des Brodes; nur war in der an sich gefärbten Kotlösung die Reaction mit Phenolphthalein nicht sehr deutlich,

Ich lasse zunächst die bei den einzelnen Versuchen erhaltenen Resultate folgen, um dann schliesslich die Ergebnisse zusammenzufassen.

I. Versuch

mit norddeutschem Schwarzbrod

20.—23. Juni.

Am ersten Tage wurden aufgenommen: $2\frac{1}{2}$ Liter Milch, 2 Semmeln, Butter und $\frac{1}{4}$ Pfund Schweizerkäse; die letzte Nahrungsaufnahme geschah um 6 Uhr abends. Die Aufnahme von Brod und Fleisch am zweiten Tage begann um 1 Uhr mittags, um 7 Uhr abends wurde die zweite Portion gegessen, so dass an diesem Tage im Ganzen: 373 gr Brod, 382 gr Fleisch und 50 gr Butter aufgenommen wurden. Dazu wurden 950 ccm Brunnenwasser und 500 ccm Bier getrunken. Am dritten Tage begann die Aufnahme des Brodes mit den vom zweiten Tage zurückgebliebenen Brod- und Fleischmengen; um 1 Uhr mittags erfolgte die zweite und abends 6 Uhr die dritte Nahrungsaufnahme; im ganzen Tage wurden verzehrt: 527 gr Brod, 418 gr Fleisch und 50 gr Butter mit 1160 ccm Wasser und 500 ccm Bier. Die erste Einführung von Milch am vierten Tage geschah um 8 Uhr morgens, im übrigen war die Diät und die Menge der Nahrungsmittel dieselbe

wie am ersten Versuchstage. Zu Beginn und Ende der Brodaufnahme wurden je 3—4 Messerspitzen voll Russ, wie bereits oben erwähnt, mit dem Brode vermengt aufgenommen.

Die Entleerung des Milchkotes und ersten Brodkotes erfolgte am 21. Juni nachm., am 22. Juni nachm. 7 Uhr die zweite Entleerung, die dritte am 23. Juni morgens 8 Uhr und der Schluss des Brodkotes und Anfang des Milchkotes am 24. Juni morgens. Die Consistenz des Kotes war zu Beginn fester, später breiig und von schwarzbrauner Farbe, die Reaction desselben war sauer.

Als Brod diente bei diesem Versuche norddeutsches Schwarzbrod, welches, da es heimatliches und von Jugend auf gegessen worden war, namentlich am dritten Tage gut schmeckte. Das Befinden war dabei gut, Hungergefühl trat nicht auf, vielmehr eher ein Gefühl von Uebersättigung, besonders am zweiten Tage. Wahrscheinlich konnte am zweiten Tage nicht so viel Brod aufgenommen werden, weil die Aufnahme zu spät (1 Uhr mittags) begann; vielleicht auch, weil anfangs durch das Hinzufügen von Russ etwas Widerwillen vorhanden war. Eine Probe des zu diesem Brode verwandten Mehles wurde gesiebt und es fanden sich 9,4% gröber als 0,2 mm, davon nichts gröber als 0,5 mm; 90,6% feiner als 0,2 mm.

Das Verfahren beim Backen dieses in vielen Gegenden von Norddeutschland gegessenen Schwarzbrodes ist folgendes: der Roggen wird gemahlen und die Kleie ausgebeutelt; von dem Mehle werden zu 8—10 Broden 40—50 Pfd. in einem Backtroge mit so viel kochendem Wasser und einem

etwa handgrossen Stück Sauerteig vermengt, dass es mit dem Mehl durchknetet werden kann. Ist dies geschehen, so wird der ganze Mehlbrei mit einer dicken Schicht Mehl bestreut, mit Decken zur Verminderung der Abkühlung zugedeckt und an einem mässig warmen Orte bis zum andern Morgen sich selbst überlassen. Hierauf wird der Mehlbrei mit noch ca. 20 Pfd. Mehl und der nötigen Menge heissen Wassers stark durchknetet. Der so bereitete Teig wird in Brode von verschiedener Grösse, meist von etwa 40 cm Länge, 20 cm Breite und 15 cm Dicke geformt. Die Laibe werden auf Brettern in den Ofen gebracht und verbleiben darin bis zur Bildung einer Rinde, dann werden sie wieder herausgenommen, die Oberfläche mit Wasser gewaschen und abermals in den Ofen gebracht, dessen Thür nun mit Lehm zugekittet wird. Nach etwa 4 Stunden ist das Brod gar gebacken; es ist von hellbrauner Farbe, dicht und schwer. Der Teig des von mir verwandten Brodes hatte anstatt der landesüblichen Zeit von 12 Stunden 18 Stunden gegohren, bevor er in den Ofen gebracht wurde.

Die Analyse dieses Brodes ergab folgende Resultate:¹⁾

Gehalt an Wasser im Mittel 42,84%		
Gehalt der Trocken- substanzen an	Stickstoff	2,01%
	Fett	4,12%
	Asche	1,85%

Die Acidität, welche nach der oben angegebenen Methode bestimmt wurde, ergab folgende Werte:

¹⁾ Bei den folgenden Analysen ist stets die Mittelzahl von zwei mit einander gut übereinstimmenden Analysen angegeben.

100 gr frisches Brod verbrauchten Normalnatronlauge: bis rotes Lackmuspapier bläulich gefärbt wurde 9,4 ccm, bis blaues nicht mehr gerötet wurde 12,5 ccm, bis zum Eintritt der Reaction mit Phenolphthalein 15,6 ccm.

Für die Analyse des Fleisches nahm ich bei diesem und den folgenden Versuchen die von König aus 13 Analysen für mageres Fleisch angegebenen Mittelwerte, wie folgt, an:

Wasser	76,37%	im frischen Fleisch,
Stickstoff	14,02%	} in der
Fett	7,16%	
Asche	5,19%	
		Trockensubstanz.

Dass das Fleisch in Wirklichkeit mageres war, ergaben die von mir gemachten Fettanalysen, nämlich beim I. Versuche 7,85%, beim II. Versuche 9,14%, beim III. Versuche 8,98% Fett.

Die Butter enthielt:

an Wasser	13,6%,
an Fett	84,4%,
an Stickstoff	0,15%,
an Asche	0,66%.

Der Kot wurde auf den Porzellanplatten, auf denen er gesammelt war, über 2 Gasflämmchen bei ca. 40° getrocknet, bis er lufttrocken war. Sein Gewicht betrug in diesem Zustande 78,86 gr. Die Analyse des lufttrocknen Kotes zeigte folgende Werte:

Wasser	10,98%,
Stickstoff	4,62%,
Fett	13,28%,
Asche	16,95%.

Die Acidität desselben war folgende: Rotes Lackmuspapier wird gebläut bei einem Zusatz von

1,2 resp. 1,4 ccm, blaues wird nicht mehr gerötet bei 1,7 ccm, während die Phenolphthaleinreaction bei 3,3 (3,4) ccm eintritt.

Hiernach ist das Ergebnis der Ausnützung der eingeführten Nahrungsmittel folgendes:

Es wurden an Trockensubstanz aufgenommen:

im Brod 500,53 gr

im Fleisch 189,04 gr

in der Butter 85,21 gr

im ganzen also 774,78 gr Trockensubstanz. Diese Menge enthält an Stickstoff 36,99 gr (nämlich im Brod 10,34 gr, im Fleisch 26,50 und in der Butter 0,15 gr), an Fett 118,88 gr (davon im Brod 21,25 gr, im Fleisch 13,23, in der Butter 84,40 gr) und schliesslich an Aschebestandteilen 19,65 gr (verteilt auf Brod 9,54 gr, Fleisch 9,45, Butter 0,66 gr).

Dagegen gestaltet sich die Ausgabe folgendermassen: an Trockensubstanz 78,86 gr, welche

an Stickstoff 3,64 gr,

an Fett 10,46 gr und

an Asche 13,35 gr enthalten.

Es berechnet sich somit hieraus für den Kot ein Verlust:

an Trockensubstanz 10,18%,

an Stickstoff 9,84%,

an Fett 8,63%,

an Asche 66,75%.

II. Versuch mit Hefebrod.

6.—9. Juli.

Die Diät des ersten und vierten Versuchstages war dieselbe, wie beim I. Versuche, nur wurde diesmal von den Semmeln nur die Krume gegessen, damit der Milchkot noch mehr seine charakteristische Farbe erhielt und die Abgrenzung deutlicher würde, was in der That vortrefflich gelang.

Um an den Brodtagen mehr Brod aufnehmen zu können, wurde mit der Aufnahme der Speisen am zweiten Tage schon morgens 9 Uhr begonnen, nachdem schon Tags vorher Brod und Fleisch entsprechend zubereitet und die Tagesrationen abgewogen waren. Die zweite Aufnahme fand um 1 Uhr mittags und die dritte abends 7 Uhr statt. Es wurden im ganzen 500 gr Brod, 300 gr Fleisch, 40 gr Butter verzehrt, dazu 1800 ccm Wasser und 500 ccm Bier getrunken. Zu denselben Tageszeiten geschah die Aufnahme der Speisen am folgenden (3.) Tage, deren Menge sich folgendermassen bezifferte:

500 gr Brod, 300 gr Fleisch, 40 gr Butter
nebst 1500 ccm Wasser und 500 ccm Bier. Im
ganzen wurden an den beiden mittleren Versuchstagen mit Brod an frischer Substanz aufgenommen:

1000 gr Brod,
600 gr Fleisch,
80 gr Butter.

Die Ausscheidung des Milchkotes nebst den Anfangsteilen des Brodkotes begann am 8. Juli morgens 10 Uhr, die zweite Entleerung erfolgte am 9. Juli, die dritte am 10. Juli nachmittags 5 Uhr,

nämlich der Rest des Brodkotes und der Anfang des Milchkotes. Der Brodkot hatte eine dunkelbraune Farbe, aber nicht so dunkel, wie der des I. Versuches, war zum grössten Teile dicker als der erste, wenngleich auch etwas breiig und reagirte sauer.

Als Brod wurde von der hier üblichen Brodsorte Hefebrod verwandt, d. h. ein Brod, welches aus einem Teige gebacken war, zu dem anstatt des Sauerteiges Hefe zugesetzt worden war. Es schmeckte salzig, vielleicht weil 50 gr Kochsalz mit eingebacken waren, und wurde nicht mit so grossem Appetit verzehrt, wie das zuerst versuchte Brod. — Die Bestimmung seines Säuregehaltes gestaltete sich folgendermassen:

100 gr frisches Brod verbrauchten an Normalnatronlauge: bis rotes Lackmuspapier bläulich gefärbt wurde 3,2 ccm, bis blaues nicht mehr gerötet wurde 3,8 und bis zum Auftreten der Reaction mit Phenolphthalein 8,3 ccm.

Dieses Brod hatte also die Hälfte des Säuregehaltes des norddeutschen Schwarzbrodes. — Gleichzeitig wurde die Acidität eines gewöhnlichen Würzburger Schwarzbrodes bestimmt, welche folgende Resultate ergab: rotes Lackmuspapier wird gebläut bei 7,0 ccm Alkalizusatz, blaues nicht mehr gerötet bei 9,3 ccm und die Phenolphthaleinreaction trat bei 13,7 ccm ein; dieser Säuregehalt gleicht annähernd dem des im I. Versuch angewandten Brodes. — Im übrigen ergab die Analyse des Hefebrodes folgendes:

Gehalt an Wasser	45,87 ⁰ / ₀
an Stickstoff	2,61 ⁰ / ₀
an Fett	0,75 ⁰ / ₀
an Asche	5,68 ⁰ / ₀

Die Analyse der Butter gestaltete sich folgendermassen:

Wasser	16,34 ⁰ / ₀
Stickstoff	0,15 ⁰ / ₀
Fett	83,33 ⁰ / ₀
Asche	0,66 ⁰ / ₀

Das Gewicht des lufttrocken gemachten Kotes belief sich auf 64,85 gr; sein Gehalt betrug

an Wasser	16,02 ⁰ / ₀
an Stickstoff	5,79 ⁰ / ₀
an Fett	10,38 ⁰ / ₀
an Asche	17,70 ⁰ / ₀

Die Bestimmung seines Säuregehaltes ergab folgende Resultate: rotes Lackmuspapier wird gebläut bei 1,5 (1,6) ccm Titerabnahme, blaues wird entfärbt bei 2,0 ccm und die Reaction mit Phenolphthalein erfolgte bei 3,2 ccm der $\frac{1}{4}$ norm. Kalilauge.

Berechnet man hieraus die Verwertung der Nährstoffe für den Organismus, so gestaltet sich diese folgendermassen:

Es wurden eingeführt an Trockensubstanz:

im Brod	541,50 gr
im Fleisch	153,59 gr
in der Butter	67,31 gr,
im ganzen also	762,40 gr Trockensubstanz;
dagegen wurden ausgeschieden	64,85 gr = 8,51 ⁰ / ₀
Trockensubstanz.	

An Stickstoff wurde aufgenommen:

im Brod 14,12 gr,

im Fleisch 21,50 gr,

in der Butter 0,12 gr,

im ganzen 35,74 gr, wogegen 3,76 gr Stickstoff ausgeschieden wurden, welches einem Verlust von 10,74% gleichkommt.

An Fett wurde aufgenommen:

im Brod 4,06 gr,

im Fleisch 10,75 gr

und in der Butter 66,66 gr,

in Summa 81,47 gr Fett; im Kot traten wieder auf 6,747 gr, welches einem Verlust von 8,33% entspricht.

Die Aufnahme der Asche bezifferte sich auf 39,22 gr und verteilte sich in der Weise, dass auf

Brod 30,72 gr

Fleisch 7,98 gr

Butter 0,52 gr Asche kamen:

hiervon erschienen im Kote 11,50 gr wieder, also ein Verlust von 32,06%.

III. Versuch

mit saurem Brod.

16.—19. Juli.

Die Nahrungsaufnahme des ersten und vierten Tages wurde in derselben Weise innegehalten, wie bei den vorhergehenden Versuchen. Die Aufnahme von Brod begann am 2. Tage um 10 Uhr morgens, die zweite erfolgte um 12 Uhr, die letzte um 6 Uhr; es wurden im ganzen eingeführt: 600 gr Brod, 450 gr Fleisch, 50 gr Butter mit 1200 ccm Wasser und 500 ccm Bier. Am dritten Tage wurde um 10 Uhr morgens die erste Quantität der Nahrungsmittel aufgenommen, die zweite und zu-

gleich letzte um 4 Uhr nachmittags: im ganzen war die Einnahme dieses Tages: 500 gr Brod, 500 gr Fleisch, 50 gr Butter, 500 ccm Bier und 1460 ccm Wasser. Bei dieser Versuchsreihe wurden also folgende Quantitäten eingeführt:

Brod 1100 gr

Fleisch 950 gr

Butter 100 gr (2660 ccm Wasser, 1000 Bier)

Die Entleerung des Milchkotes erfolgte am 17. Juli abends 7 Uhr, die des ersten Brodkotes um 8 Uhr morgens des folgenden Tages, die zweite an demselben Tage 7 Uhr abends, die dritte Ausscheidung des Brodkotes am 19. Juli 8 Uhr morgens und das Ende des Brodkotes nebst dem Anfang des folgenden Milchkotes wurde am 20. Juli 8 Uhr morgens entleert. Der Brodkot war von dunkelbrauner Farbe, zum grössten Teile dünnflüssiger als beim zweiten Versuche.

Das Brod wurde von dem Bäcker, der Brod II gebacken, aus dem gleichen Mehle, aber mit Sauerteig bereitet. Um recht saures Brod zu erhalten, liess Herr Prof. Dr. *K. B. Lehmann* dasselbe statt 2—3 Stunden 26 Stunden lang gähren.

Diese Brodsorte, welche lockerer, als die zweite war, schmeckte zwar etwas sauer, wurde jedoch mit gutem Appetite verzehrt, was sich schon daraus ergibt, dass am zweiten Versuchstage 100 gr Brod nebst 50 gr Fleisch mehr als die angesetzte Tagesration betrug, verzehrt wurden. Das Befinden war dementsprechend, wie beim I. und II. Versuche, ein recht gutes.

Der Säuregehalt des Brodes (100 gr mit Normalnatronlauge) gestaltete sich folgendermassen: rotes Lackmuspapier wird deutlich

blau gefärbt bei 12,4 (12,6) ccm Alkalizusatz, blaues wird nicht mehr gerötet bei 16,1 ccm und die Phenolphthaleinreaction erfolgte bei 20 ccm der Titrationsflüssigkeit; die Acidität dieses Brodes beträgt also fast das dreifache der im II. Versuche angewandten Brodsorte.

Die weitere Analyse des Brodes ergab folgende Resultate:

Wassergehalt im Mittel	43,42 ⁰ / ₀ ,
Stickstoff	2,91 ⁰ / ₀ ,
Fett	4,28 ⁰ / ₀ ,
Asche	5,53 ⁰ / ₀ ;

Die Butter enthielt:

11,00 ⁰ / ₀ Wasser,
88,67 ⁰ / ₀ Fett,
0,15 ⁰ / ₀ Stickstoff,
0,66 ⁰ / ₀ Asche.

Was die Menge des wieder über zwei Gasflämmchen bei ca. 40⁰ getrockneten Kotes betrifft, so betrug diese 54,47 gr, mit einem Wassergehalt von 14,03⁰/₀, Gehalt an

Stickstoff	5,37 ⁰ / ₀ ,
Fett	14,12 ⁰ / ₀ ,
Asche	14,26 ⁰ / ₀ .

Seine Acidität betrug fast das doppelte des Säuregehaltes des Kotes im II. Versuche, nämlich: rotes Lackmuspapier wird gebläut bei 2,7 (2,8) ccm der Titrationsflüssigkeit, blaues wird nicht mehr gerötet bei 3,3 ccm und die Reaction mit Phenolphthalein trat ein bei 4,6 (4,5) ccm Titerzusatz.

Zieht man aus diesen Zahlen die Schlüsse auf die Ausnützung der im III. Versuche eingeführten Nährbestandteile, so ergibt sich folgendes:

Von 936,34 gr Trockensubstanz, die sich verteilt auf Brod mit 622,38 gr,

Fleisch mit 224,48 gr,

Butter mit 89,48 gr,

wurden wieder 54,47 gr Trockensubstanz ausgeschieden, was einem Verlust von 5,81% entspricht.

Ferner wurden an Stickstoff aufgenommen :

im Brod 18,10 gr,

im Fleisch 31,43 gr,

in der Butter 0,15 gr,

im ganzen also 49,68 gr, von denen wieder 2,88 gr entleert wurden = 5,76%. An Fett wurde im ganzen

131,22 gr aufgenommen, nämlich:

im Brod 26,62 gr,

im Fleisch 15,93 gr,

in der Butter 88,67 gr,

hiervon wurden nicht resorbiert 7,63 gr, gleich einem Verlust von 5,97 %.

Schliesslich wurden an Aschebestandteilen 46,72 gr eingeführt und zwar

im Brod 34,39 gr,

im Fleisch 11,67 gr,

in der Butter 0,66 gr.

Von diesen 46,72 gr Asche erschienen im Kot wieder 7,73 gr, also ein Verlust von 16,85%.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate aus den drei Versuchsreihen zusammengestellt:

I. Analyse der Nahrungsmittel (in %):

Vers.	Brod.			Fleisch.			Butter.		
	Wassergehalt des frischen Brodes	Trockensubstanz N	Fett Asche	Wassergehalt des frischen Fleisches	Trockensubstanz N	Fett Asche	Wasser	N	Fett Asche
I	42.84	2.01	4.12 1.85	76.37	14.02 7.16	5.19	13.6	0.15	84.4 0.66
II	45.87	2.61	0.75 5.68				16.34	0.15	83.33 0.66
III	43.42	2.91	4.28 5.53				11.00	0.15	88.67 0.66

II. Aufnahme der Nahrungsmittel (in gr):

Vers	Trockensubstanz			Stickstoff.			Fett			Asche		
	Brod	Fleisch	Butter	Sa.	Brod	Fleisch	Butter	Sa.	Brod	Fleisch	Butter	Sa.
I	500.53	189.04	85.21	774.75	10.31	26.50	0.15	36.99	21.25	13.23	81.40	118.88
II	541.50	153.59	67.31	762.40	14.12	21.50	0.12	35.74	4.06	10.75	66.66	81.47
III	622.38	224.15	89.48	936.31	18.10	31.43	0.15	49.68	26.62	15.93	88.67	131.22
											34.39	11.67
											0.66	46.72

III. Analyse des (lufttrocknen) Kotes (%).

IV. Ausscheidung (in gr).

V. Verlust (in %).

Vers.	Was- ser			Ver- such			Ver- such		
	N.	Fett	Asche	Trocken- substanz	N	Fett	Asche	Trocken- substanz	N.
I	10.98	4.62	13.28	16.95	I	78.86	3.61	8.66	13.35
II	16.02	5.79	10.38	17.70	II	64.85	3.76	6.75	11.50
III	14.03	5.37	14.12	14.26	III	54.47	2.88	7.63	7.73
					I	10.15	9.84	8.63	66.75
					II	8.51	10.74	8.33	37.06
					III	5.81	5.76	5.97	16.85

Nachdem ich nun im vorhergehenden das Material der Untersuchung niedergelegt habe, erübrigt es noch, die weiteren **Schlussfolgerungen** aus demselben zu ziehen.

Was zunächst die verschiedene Ausnützung des etwas groberen norddeutschen Brodes gegenüber der des feineren süddeutschen sauren Roggenbrodes (Versuch III.) anbetrifft, so war a priori als wahrscheinlich anzunehmen, dass erstere sich ungünstiger gestalten werde; haben doch bereits *Meyer* und *Rubner* bei ihren Experimenten, die ich oben mitteilte, ähnliche Resultate erhalten. Das lockere süddeutsche Brod setzt dem Eindringen der Verdauungssäfte weniger Widerstand entgegen als das dichtere norddeutsche. Dadurch wird eine bessere Auflösung und Resorption und geringere Kotausscheidung bedingt.

Einen wesentlich höheren Cellulosegehalt, den *Rubner* für die Ursache der schlechten Ausnützung hält, kann ich im Brode I gegenüber Brod III nicht annehmen und diesem die schlechtere Ausnützung von Brod I nicht zuschreiben. Dagegen scheint mir nicht belanglos, dass ich meinen Magen in Versuch I weit weniger gut disponirt fühlte als bei III.

Die verschiedene Ausnützung der Asche in Versuch I und III fällt auf den ersten Blick sehr auf. Man muss aber bedenken, dass dieselbe durch den Unterschied im Aschegehalt des Brodes bedingt ist, welcher seinerseits wiederum durch den verschiedenen Zusatz von Kochsalz zum Brod verursacht wird. Das norddeutsche Brod ist nämlich sehr wenig gesalzen, während im süddeutschen ziemlich viel Kochsalz vorhanden ist, (welches im

Darm vollkommen resorbiert wird). Berechnet man den Aschegehalt für die grobere Mehlsorte (nach König) zu 2 %, so erhalten wir für die gesamte Brodmenge im I. Versuch dasselbe Resultat, welches analytisch gefunden wurde. Nimmt man dagegen für das feinere süddeutsche Mehl einen entsprechenden Aschegehalt von 1,5% an, so beträgt derselbe für die Brodmenge des Versuch II 8,10 gr und für die im Versuch III nur 9,30 gr; die Summe der Asche im II. Versuch beläuft sich somit auf 14,0 und im III. Versuch auf 21,52 gr.

Gehen wir nun von der Ueberlegung aus, dass das Kochsalz im Körper vollständig resorbiert wird und somit nur diese 14,0 gr (im II. Versuch) und 21,52 gr (im III. Versuch) in der Asche des Kotes wieder erscheinen, so ergibt sich im II. Versuch ein Verlust an Asche von 75%, im III. Versuch ein solcher von 36,8%. Immerhin ist in meinen Versuchen die Ausnutzung der Asche im süddeutschen sauren Brode eine doppelt so günstige, als im norddeutschen, welches Ergebnis auch *Meyer* bei seinen Untersuchungen erhielt. Auch diese verschiedene Ausnutzung wird nach den obigen Auseinandersetzungen zu erklären sein.

Wie aber kommt es, dass bei den gleichen Mehlsorten das nicht saure Hefebrod schlechter für den Haushalt des menschlichen Organismus verwertet wird, als das saure Schwarzbrod?

Nehmen wir vorläufig an, dass das Fleisch in toto resorbiert werde und berechnen wir den Verlust an Trockensubstanz und Stickstoff im Kot — denn diese kommen hauptsächlich in Betracht —

nur von der Aufnahme des Brodes, so erhalten wir die folgenden sehr auffälligen Werte :

Verlust an :	II. Versuch.	III. Versuch.
Trockensubstanz	11,98%	8,75%.
Stickstoff	18,8%	10,3%.

Zwar haben frühere Forscher angegeben, dass die Ausnutzung des sauren Brodes eine schlechtere sei, indem dasselbe im Darm saure Gährungsprocesse hervorrufe resp. begünstige; jedoch stellten diese Autoren ihre Experimente in der Weise an, dass sie nur Brod einführten und jedes andere Nahrungsmittel dabei fortliessen.

Werden aber lebhaftere Gährungsprocesse bei der Verdauung unterdrückt, dadurch dass man, wie es bei meinen Versuchen der Fall war, Fleisch oder andere Nährsubstanzen mit dem Brode einführt, so scheint das saure Brod mindestens ebenso gut, ja besser für den Organismus verwertet werden zu können. Welche Ursachen dafür vorhanden sind, lässt sich vorderhand noch nicht entscheiden.

Ich möchte natürlich aus meinen wenigen leider in den Details nicht ganz übereinstimmend angestellten Versuchen in dieser Richtung durchaus keine verallgemeinernden Schlüsse ziehen. Meine Versuche liefern nur einen ersten Beitrag zur Ausnutzung einfacher Nahrungsgemische, die in ihrer Hauptmenge aus verschieden saurem Brode bestehen. Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand und andere Punkte der Brodfrage sind im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. *K. B. Lehmann* in Bearbeitung — ich darf hier sagen, dass bisher die

Versuche, die unter mannigfacher Vervollkommnung der Methode angestellt wurden, ähnliche Resultate geben, wie ich sie in den meinigen fand.

Zum Schlusse betrachte ich es als meine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *Lehmann* für die freundliche Uebersetzung der Arbeit und die liebenswürdige Anleitung und Unterstützung bei der Ausführung derselben, sowie Herrn Prof. Dr. *Kunkel* für die gütige Uebernahme des Referats meinen ehrerbietigsten Dank abzustatten.

